

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

BEST AVAILABLE COPY

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 24 JUN 2004	
WIPO	PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:

103 23 014.9

Anmeldetag:

23. April 2003

Anmelder/Inhaber:

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der ange-
wandten Forschung eV, 80636 München/DE;
Kjellberg Finsterwalde Elektroden und Maschinen
GmbH, 03238 Finsterwalde/DE

Bezeichnung:

Düse für Plasmabrenner

IPC:

H 05 H 1/34

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 26. Mai 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident

Im Auftrag

Waltner

Pfenning, Meinig & Partner GbR

Patentanwälte
European Patent Attorneys
European Trademark Attorneys
Dipl.-Ing. J. Pfenning (-1994)
Dipl.-Phys. K. H. Meinig (-1995)
Dr.-Ing. A. Butenschön, München
Dipl.-Ing. J. Bergmann*, Berlin
Dipl.-Chem. Dr. H. Reitzle, München
Dipl.-Ing. U. Grambow, Dresden
Dipl.-Phys. Dr. H. Gleiter, München
Dr.-Ing. S. Golkowsky, Berlin
*auch Rechtsanwalt

80336 München, Mozartstraße 17
Telefon: 089/530 93 36
Telefax: 089/53 22 29
e-mail: muc@pmp-patent.de

10719 Berlin, Joachimstaler Str. 10-12
Telefon: 030/88 44 810
Telefax: 030/881 36 89
e-mail: bin@pmp-patent.de

01217 Dresden, Gostritzer Str. 61-63
Telefon: 03 51/87 18 160
Telefax: 03 51/87 18 162
e-mail: dd@pmp-patent.de

Dresden,
23. April 2003
038P 0712

FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT zur
Förderung der angewandten
Forschung e.V.
Leonrodstraße 54
80636 München

Kjellberg Finsterwalde
Elektroden und Maschinen GmbH
Leipziger Str. 82
03238 Finsterwalde

Düse für Plasmabrenner

FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT...e.V., Kjellberg
Finsterwalde Elektroden und Maschinen GmbH
038P 0712

Düse für Plasmabrenner

Die Erfindung betrifft eine Düse für Plasmabrenner sowie ein Verfahren zur Herstellung solcher Düsen. Dabei besteht eine solche Düse im Wesentlichen aus einem Metall oder einer Metall-Legierung mit einer erhöhten Wärmeleitfähigkeit. Außerdem wird eine solche Düse eines Plasmabrenners üblicherweise gekühlt. Sie kann zum Plasmaschweißen und bevorzugt zum Plasmaschneiden eingesetzt werden.

Plasmabrenner weisen bekanntermaßen zwei extrem belastete Elemente auf. Dies sind zum einen die als Kathode geschaltete Elektrode, die im Inneren eines Plasmabrenners angeordnet ist und zum anderen die entsprechende Düse, durch die der Plasmastrahl auf die jeweilige Werkstückoberfläche gerichtet wird.

Dabei wird auch die Düse solcher Plasmabrenner durch

die sehr hohen Temperaturen und zusätzlich durch die Strömungskinetik des durch die Düsenöffnung austretenden heißen und eine hohe Strömungsgeschwindigkeit aufweisenden Plasmastrahls in erheblichem Maße belastet. Infolge dieser Einflüsse, die gegebenenfalls noch durch Plasmadruckschwankungen erhöht werden, kommt es zum Abtrag von metallischem Düsenwerkstoff, wobei auch eine Delamination, eine Kraterbildung oder ein Abplatzen häufig nicht zu vermeiden sind.

Dementsprechend weisen auch die herkömmlichen an Plasmabrennern eingesetzten Düsen eine relativ kurze Lebensdauer auf und müssen demzufolge regelmäßig ausgetauscht werden, so dass der verschleißbedingte Austausch von Düsen einen Kostenfaktor für solche Anlagen darstellt.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung Möglichkeiten vorzuschlagen, um die Lebensdauer von Düsen für Plasmabrenner zu erhöhen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit einer Düse für Plasmabrenner, die die Merkmale des Anspruchs 1 aufweist und einem Herstellungsverfahren für solche Düsen gemäß Patentanspruch 13 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungsformen und Weiterbildungen der Erfindung können mit den in den untergeordneten Ansprüchen bezeichneten Merkmalen erreicht werden.

Die erfindungsgemäßen Düsen für Plasmabrenner bestehen im Wesentlichen aus Metall oder einer Metall-Legierung, bevorzugt Kupfer oder einer Kupfer-Legierung. Zusätzlich sind jedoch zumindest bereichsweise verschleißfeste Mikropartikel eines Hartstoffes in das Metall bzw. die Metall-Legierung eingebettet.

Infolge der eingebetteten Mikropartikel kann die Festigkeit erhöht werden und gleichzeitig wird aber die Wärmeleitfähigkeit, die Voraussetzung für eine effektive Kühlung erfindungsgemäßer Düsen ist, nur im vernachlässigbarem Maß reduziert.

Die in die Metallmatrix eingebetteten Mikropartikel sollten eine maximale Korngröße von $30\text{ }\mu\text{m}$, bevorzugt von $15\text{ }\mu\text{m}$ nicht überschreiten. Dabei können auch Mikropartikel eingebettet sein, deren Korngröße im Nanometerbereich liegt, so dass der gewählte Begriff Mikropartikel für die Erfindung auch einen Korngrößenbereich zwischen $0,01$ bis $30\text{ }\mu\text{m}$ umfassen soll.

In das Metall oder die Metall-Legierung, aus der die eigentliche Düse für Plasmabrenner im Wesentlichen besteht, können Mikropartikel mit nahezu konstanter Korngröße eingebettet worden sein.

Es können aber auch Mikropartikel innerhalb eines vorgebbaren Korngrößenspektrums eingebettet werden, wobei die mittlere Korngröße d_{50} eines solchen Korngrößenspektrums dann um eine Korngröße im Bereich zwischen 1 und $5\text{ }\mu\text{m}$ liegen sollte. So können Partikel, die auch kleiner als $1\text{ }\mu\text{m}$ (bis zu $0,01\mu\text{m}$) sind, eingebettet sein.

Die erfindungsgemäß einzubettenden Mikropartikel sollten aus einem keramischen Hartstoff bestehen.

Hierfür geeignet sind unterschiedliche Oxide, Karbide, Nitride oder auch Boride.

Als besonders geeignet haben sich Karbide und hier wiederum Siliziumkarbid oder auch Borkarbid herausge-

stellt. Insbesondere die bezeichneten Karbide reduzieren die Wärmeleitfähigkeit des Düsenwerkstoffes nur geringfügig und sind außerdem noch kostengünstig einsetzbar.

Es besteht aber auch die Möglichkeit, Mikropartikel aus mindestens zwei der vorab bezeichneten chemischen Verbindungen in das die Düse bildende Metall bzw. die Metall-Legierung einzubetten, so dass gegebenenfalls eine Optimierung bezüglich der erreichbaren Festigkeit, Verschleißfestigkeit und des gewünschten Wärmeleitvermögens erreicht werden kann.

Die erfindungsgemäß einzubettenden Mikropartikel können innerhalb des Gesamtvolumens einer Düse verteilt angeordnet sein.

Dies ist aber unter Berücksichtigung der erwähnten Verschleißeinflüsse nicht unbedingt erforderlich, so dass die Einbettung von Mikropartikeln auch lokal differenziert erfolgen kann und dabei die entsprechend herrschenden Verfahrensbedingungen bei der Plasmabearbeitung in bzw. an der Düse berücksichtigt werden können.

So können Mikropartikel im in das Innere der Düse weisenden Bereich eingebettet sein, so dass die thermischen und strömungskinetischen Einflüsse dort besser beherrschbar sind.

Es besteht aber auch die Möglichkeit, Mikropartikel lediglich im Bereich der Düsenöffnung einzubetten.

Des Weiteren kann aber auch eine lokal differenzierte Einbettung von Mikropartikeln eingestellt werden, wobei bestimmte Volumenbereiche frei von Mikropartikeln

sind. Dies kann beispielsweise mittels einer streifenförmigen, spiralförmigen oder kreisringförmigen Einbettung von Mikropartikeln realisiert werden, wobei auch mehrere solcher voneinander getrennten Streifen, Spiralen oder Ringe ausgebildet werden können.

Die eingebetteten Mikropartikel sollten am Gesamtvolumen einer erfindungsgemäßen Düse einen Volumenanteil von 0,5 bis maximal 15% ausfüllen. Ein Volumenanteil von maximal 10% kann aber ausreichen, um die gewünschten Effekte zu erreichen.

Die erfindungsgemäßen Düsen für Plasmabrenner können vorteilhaft so hergestellt werden, dass eine Pulvermischung des eingesetzten Metalls oder der eingesetzten Metall-Legierung, bevorzugt Kupfer oder Kupfer-Legierung mit den jeweiligen Mikropartikel einem, bevorzugt hydrostatischen Strangpressverfahren unterzogen wird.

Hierbei kann zumindest eine voll- oder hohlzylindrische Gestalt ausgebildet und eine ausreichende Dichte des Düsenwerkstoffes erreicht werden.

Im Nachgang besteht die Möglichkeit die letztendliche Düsenkontur durch spanende Bearbeitung allein oder in Kombination mit einer Umformung auszubilden. Die Endkontur kann aber auch unter Verzicht auf eine spanende Bearbeitung ausschließlich durch ein Umformverfahren ausgebildet werden.

Nachfolgend soll die Erfindung anhand eines Beispiels näher erläutert werden.

Für die Herstellung eines Beispiels einer erfindungs-

gemäßen Düse wurden pulverförmiges Elektrolytkupfer mit 4 Masse-% Siliziumkarbidpulver intensiv vermischte. Das Siliziumkarbidpulver hatte eine mittlere Korngröße $d_{50} = 12 \mu\text{m}$. Aus der Pulvermischung wurde durch kaltisostatisches Pressen ein Zylinder mit einem Außendurchmesser von ca. 20 mm und einer Länge von 250 mm hergestellt.

Durch spanende Bearbeitung wurden eine glatte Oberfläche und ein Außendurchmesser von 15 mm erhalten.

Dieser zylindrische Einsatz wurde in einen Kupferzylinder mit einer entsprechenden Innenbohrung eingesetzt, der einen Außendurchmesser von 80 mm aufwies.

Anschließend wurde der Außendurchmesser durch Strangpressen auf 23 mm reduziert. Der so erhaltene zylinderförmige Körper wies einen Kernbereich mit einem Durchmesser von 3,8 mm auf, in dem die Siliziumpartikel eingebettet sind.

Mit einer daraus hergestellten Düse für einen Plasmapbrenner wurde bei einem Vergleich mit einer herkömmlichen Düse, beim Plasmaschneiden von Baustahl, mit Sauerstoff als Plasmagas und bei einer elektrischen Stromstärke von 150 A, eine um 30 % erhöhte Lebensdauer erreicht.

FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT...e.V., Kjellberg Finsterwalde
Elektroden und Maschinen GmbH

038P 0712

5

Patentansprüche

10

1. Düse für Plasmabrenner, bestehend aus einem Metall oder einer Metall-Legierung, dadurch gekennzeichnet, dass in das Metall oder die Metall-Legierung zumindest bereichsweise verschleißfeste Mikropartikel eines Hartstoffes eingebettet sind.

15

2. Düse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die maximale Korngröße der eingebetteten Mikropartikel $\leq 30 \mu\text{m}$ ist.

20

3. Düse nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die maximale Korngröße der eingebetteten Mikropartikel $\leq 15 \mu\text{m}$ ist.

25

4. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Hartstoff ein Karbid ist.
5. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Hartstoff Siliziumkarbid ist.

30

6. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der keramische Hartstoff für die Mikropartikel ein Oxid, ein Karbid, ein Nitrid, ein Borid ist oder Mikropartikel von mindestens zwei dieser chemischen Verbindungen eingebettet sind.

7. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Mikropartikel in einem Korngrößenspektrum um eine mittlere Korngröße d_{50} , die im Bereich zwischen 1 und 5 μm liegt, eingebettet sind.
8. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die eingebetteten Mikropartikel einen Volumenanteil im Bereich zwischen 0,5 bis 15% im Düsenwerkstoff ausfüllen.
9. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikropartikel im in das Innere der Düse weisenden Bereich eingebettet sind.
10. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Mikropartikel im Bereich der Düsenöffnung eingebettet sind.
11. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Mikropartikel lokal differenziert eingebettet sind.
12. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Düse im Wesentlichen aus Kupfer oder einer Kupfer-Legierung gebildet ist.
13. Verfahren zur Herstellung einer Düse für Plasmaschneidbrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Düse aus einer Mikropartikel enthaltenen Metall- oder Metall-Legierungspulvermischung durch Strangpressen hergestellt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet, dass die Endkontur der
Düse durch eine spanende Bearbeitung und/oder
eine Umformung ausgebildet wird.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.